



DIE NÄCHSTE GENERATION DER NAVIGATION



Mit dem Integrated Positioning System (IPS) entwickelten Dr. Anko Börner und sein Team vom DLR-Institut für Optische Sensorsysteme eine Technologie, mit der man sich zuverlässig im Raum orientieren kann. Im Gespräch mit DLR-Redakteurin Julia Heil erzählt er, wie aus seiner Idee ein marktreifes Produkt wurde – und warum es wichtig war, dafür öfter mit dem Aufzug zu fahren.

Dr. Anko Börner

leitet die Abteilung für Echtzeit-Datenprozessierung im DLR-Institut für Optische Sensorsysteme in Berlin-Adlershof. Er ist verantwortlich für das Projekt IPS. Vor 15 Jahren haben er und sein Team mit den ersten Forschungen im Bereich satelliten-unabhängige Navigation begonnen.

Das Integrated Positioning System, kurz IPS, macht die Positionsbestimmung ohne Satellitennavigationssysteme möglich

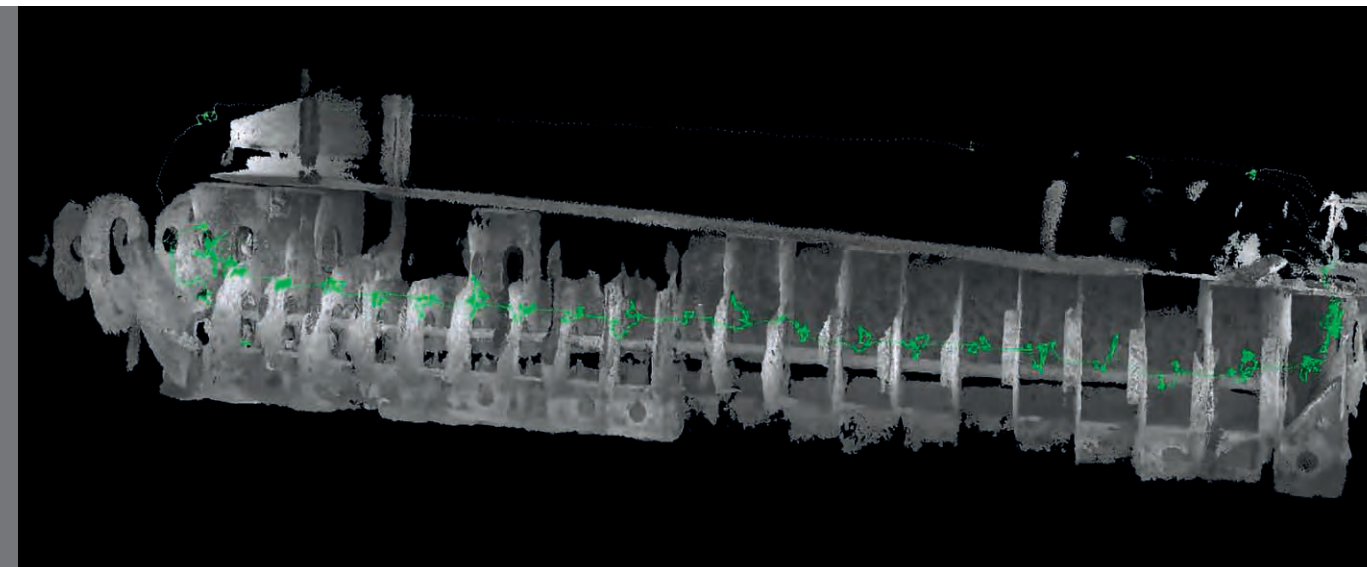
Navigation ist im Alltag kaum mehr verzichtbar. Wenn wir den Weg wissen wollen, Messdaten verorten oder genaue Modelle von Umgebungen erstellen möchten, ist das Wissen um die eigene Position im Raum unerlässlich. Wo liegen bei aktuell verfügbaren Systemen die Probleme und was war Ihre Idee, um diesen zu begegnen?

■ Wenn wir von A nach B wollen, geben wir unser Ziel im Navigationssystem ein. Das bestimmt als Erstes, wo wir sind, und führt uns dann zum Ziel. Das funktioniert gut, solange Systeme wie das Global Positioning System, kurz GPS, verfügbar sind, das von Satelliten gesendete Signale auswertet. Allerdings gibt es immer wieder Situationen, in denen wir kein Satellitensignal zur Verfügung haben, beispielsweise in Gebäuden, unter Tage, in Industrieanlagen oder auf dem Mond oder Mars. Dort müssen wir uns aber ebenfalls verorten können. Nun wissen wir, dass der Mensch auch ohne GPS navigieren kann. Unsere Vorfahren fanden immer den Weg zurück zur Höhle. Dafür nutzten sie zwei Sensoren: die Augen und den Gleichgewichtssinn. Wir haben uns gesagt: Wenn der Mensch das mit diesen beiden Sensoren beherrscht, so müsste das auch eine technische Kopie können. Wir ersetzen die Augen durch eine handelsübliche Stereokamera und den Gleichgewichtssinn durch ein sogenanntes Inertial-Messsystem. Diese Daten können wir verknüpfen und zur Positionsbestimmung verwenden.

Herausgekommen ist das Integrated Positioning System, genannt IPS, das sich ähnlich orientiert wie der Mensch ...

■ Ja, das ist das Grundprinzip von IPS. Das System enthält ein Stereokamerasystem, also zwei Kameras, die in definiertem Abstand parallel zueinander ausgerichtet sind. Diese nehmen etwa alle 100 Millisekunden Bilddaten auf. Die Bilder werden in Echtzeit auf einen Rechner übermittelt. Dort sucht ein Algorithmus nach Landmarken, sprich auffälligen Punkten. Das kann zum Beispiel in einem Raum eine Türklinke sein oder in der Natur ein Baum. Das Stereokamerasystem liefert dreidimensionale Informationen zu den beobachteten Landmarken. Wenn ich mich mit dem System weiter bewege, die Objektpunkte verfolge und somit diese Punkte aus unterschiedlichen Positionen aufnehme, kann ich den Weg abschätzen, der zwischen den Aufnahmen liegt. Mit der Zeit entsteht dann ein Bewegungspfad. So erschließt sich IPS Stück für Stück den Raum.

Weil wir nur relative Bewegungen bestimmen können, weiß IPS natürlich nicht, ob es sich in Dresden befindet oder in Berlin. Deshalb kann es wichtig sein, die Informationen in die reale Welt einzubinden. Dazu nutzen wir beispielsweise Systeme wie GPS, WLAN oder optische Marken. Das ist nicht für jede Anwendung nötig, aber solche Lösungen sind im System vorhanden. IPS eignet sich außerdem auch zur 3D-Modellierung der Umgebung.



Dreidimensionales Modell eines Schiffsrumpfs, das auf der Basis einer von IPS erzeugten Punktwolke entstand

Je nachdem, wie Sie sich mit dem System im Raum bewegen und was Sie aufnehmen, können Sie also ein komplettes 3D-Modell der Umgebung erstellen oder auch nur einzelne Gebiete genau untersuchen. Für welche Bereiche ist das interessant?

■ Aktuell ist unser System auf Inspektionsaufgaben ausgelegt. Zum Beispiel ist es bei der Versicherung von Schiffen wichtig, dass bestimmte Teile, wie die Ballasttanks, in regelmäßigen Abständen geprüft werden. Dafür muss eine Person in den Tank hinuntersteigen und seinen Zustand dokumentieren. Heutzutage geht das noch mit einer Kladde und einem Fotoapparat. Währenddessen muss die Person sich selbst darum kümmern, dass sie die Orientierung behält. Mit unserem System funktioniert das viel einfacher und zuverlässiger. An den Schadstellen macht der Inspekteur mit IPS ein Foto. Dann ist die

Schadstelle dokumentiert und die genaue Position automatisch gespeichert. Diese Inspektionsanwendung funktioniert schon wunderbar. Ein weiterer Anwendungsbereich für das Navigieren mit solchen Technologien ist das automatische Fahren. Hier ist ein hochgenaues und absolut zuverlässiges Navigationssystem eine essenzielle Einstiegsbedingung. Jeder mobile Roboter, jedes autonome System muss wissen, wo es sich befindet und wie seine Umgebung aussieht. Denken Sie an ein autonomes Fahrzeug in einem Parkhaus oder einer Häuserschlucht! Dafür brauchen wir Technologien wie IPS, die nicht auf Satellitendaten angewiesen sind. Außerdem ist das System eine perfekte Erprobungsplattform für künstliche Intelligenz. Wir können Trainingsdatensätze erzeugen, das System bestimmte Aufgaben lernen lassen und so verstehen, wie maschinelles Lernen funktioniert.



Auch in Industrieanlagen, in denen Satellitendaten nicht empfangen werden können, hilft das neue DLR-System bei der Orientierung

Begonnen hat das Projekt 2004. Wie verlief die Entwicklung von der ersten Idee bis zum fertigen Produkt?

■ Am Anfang unserer Forschung stand die Frage, ob ein System unabhängig von Satellitennavigationssystemen zuverlässig navigieren kann. Unser erstes „Testgerät“ war ein Aluminium-Profil, an dem wir mit Klemmen zwei Kameras und ein Inertial-Messsystem befestigten. An diese Konstruktion haben wir einen Laptop angeschlossen und untersucht, ob ein solches Zusammenspiel überhaupt funktionieren kann. Damals war an eine Kommerzialisierung noch nicht zu denken. Dieser Gedanke wurde erst konkret, als wir auf einem DLR-Workshop den großen Schiffsversicherer Det Norske Veritas – German Lloyd (DNV-GL) kennenlernten. Dessen Experten sagten, dass sie genau solch ein System für die Schiffsinspektion brauchten und kamen damit als potenzieller Anwender infrage. Das war vor etwa fünf Jahren. Bis dahin hatten wir das Projekt aus unterschiedlichen Quellen, also aus der Grundfinanzierung, mit Hilfe des DLR-Technologiemarketings und über Drittmittel, finanziert.

Mit dem Schiffsversicherer hatten Sie dann Ihren Anwender gefunden?

■ Genau. Und damit machten wir einen riesigen Schritt nach vorn. Unser Partner nannte uns die exakten Anforderungen an ein solches System: Wie schwer darf das Gerät sein, was muss es aushalten und welche Daten sind wichtig für die Inspektoren? Mit diesen Informationen konnten wir das Gerät so konzipieren, wie es heute ist, und uns auch um die Qualitätssicherung eines solchen Produkts kümmern. Ein kommerzielles System muss absolut zuverlässig funktionieren, auch wenn eine Kamera keinen freien Blick hat oder Personen durch das Sichtfeld laufen. Eines unserer Lieblingsexperimente war es, mit IPS im Aufzug zu fahren. Dort muss es nämlich bemerken, dass es nicht seinen Augen, sondern seinem Gleichgewichtssinn, das heißt den Inertial-Messdaten, vertrauen muss.

„WIR REDEN HIER SCHLIESSLICH
ÜBER EINE TECHNOLOGIE,
DIE ES SO NOCH NICHT GAB“

Das Projekt zu finanzieren, war allerdings immer noch eine Herausforderung. Wir hatten uns mit IPS für eine Finanzierung beworben, bei der es darum ging, Technologieentwicklungen aus Großforschungseinrichtungen in die Industrie zu überführen. Eigentlich waren wir sehr zuversichtlich, dass wir den Zuschlag bekommen, denn wir hatten eine tolle Idee, ein exzellentes Konsortium, viele Anwendungen – und trotzdem sind wir mehrmals mit unseren Anträgen gescheitert, mal, weil wir die erforderliche Marktreife nicht nachweisen konnten, mal, weil wir zu anwendungsnah waren. Kollegen, die an den Themen gearbeitet hatten, mussten an andere Projekte abgegeben werden, IPS stand kurz vor dem Aus. Zum Glück ist dann das DLR-Technologiemarketing eingesprungen und hat die Finanzierung für die entscheidende Phase übernommen. Dafür sind wir sehr dankbar! Wir haben in dem gesamten Technologietransfer-Prozess aber auch gesehen, wo wir uns in Zukunft verbessern müssen, um Erfolg zu haben. Wir müssen vor allem in administrativen Belangen viel schneller werden.

Ihr Navigationssystem wurde im November 2018 mit dem Innovationspreis Berlin Brandenburg ausgezeichnet. Was waren in der Rückschau entscheidende Faktoren für den Erfolg?

■ Zu Beginn wussten wir überhaupt nicht, ob die grundsätzliche Idee realisierbar ist. Wir reden hier schließlich über eine Technologie, die es so noch nicht gab, und nicht über den X-ten Nachbau eines Produkts mit kleinen, evolutionären Veränderungen. Als wir dann festgestellt hatten, dass die Technologie funktioniert, wollten wir das Projekt auch zu einem kommerziellen Erfolg führen. Dabei ist ein erfahrenes Team, das über lange Zeiträume an dem Thema arbeiten kann – und wir reden hier über fünf bis zehn Jahre – unerlässlich. Wichtig war auch, dass Kollegen mit unterschiedlichen fachlichen Fähigkeiten eingebunden waren. Unser Kernteam bestand aus Ingenieuren, Mathematikern und Geografen. Und es konnte sich immer auf Unterstützung im Institut verlassen, sei es

Bild: DMT



Das vom DLR entwickelte Integrated Positioning System (IPS) besteht aus einem Stereokamerasystem (links und rechts außen) sowie einem eingebauten Inertial-Messsystem. Eine zusätzliche Kamera (zweite Öffnung von rechts) erstellt das Inspektionsfoto. In der Mitte befinden sich LEDs zur Beleuchtung der Szenerie.

durch das Sekretariat, durch die Techniker, Wissenschaftler oder die Institutsleitung. Das zusammen hat sich hundertprozentig ausgezahlt. Und wir befanden uns in einem permanenten Lernprozess: Normalerweise haben wir hier in unserer Forschung viele Freiheiten. In einem Technologietransfer-Prozess herrschen von heute auf morgen strenge Spielregeln, an die man sich halten muss, ob sie einem gefallen oder nicht. Neben den Entwicklungsarbeiten stehen dann professionelles Management und Qualitätssicherung auf der Tagesordnung und das sind Aufgaben, denen man sich in der Forschung weniger gerne stellt. Wenn auch nur eines der Themenfelder nicht adäquat beherrscht wird, scheitert man. Unser Ziel war es, erfolgreich zu sein. Und Erfolg hieß, dass die Industrie unser System übernehmen kann. Das haben wir geschafft und darauf sind wir sehr stolz.

Bild: DMT



Einsatz von IPS bei der Inspektion eines Bergwerks

WO IPS NOCH ZUM EINSATZ KOMMEN KANN

Neben der Inspektion von Schiffen ist auch die Kontrolle von Schachtanlagen im Bergbau ein Anwendungsgebiet. Die DLR-Wissenschaftler haben IPS in Zusammenarbeit mit dem Spin-off VINS auch bei der Forstinventur eingesetzt. Aktuell wird nur über Stichproben erfasst, wie viele Bäume in einem bestimmten Waldstück stehen. IPS kann genaue Angaben dazu machen, wie viele Bäume mit welcher Höhe und welchem Durchmesser in dem untersuchten Gebiet vorhanden sind. Die Wissenschaftler haben darüber hinaus einen Funktionsdemonstrator entwickelt, der auf unterschiedlichen Fahrzeugen montiert werden kann. Mit einem dieser Systeme waren sie 2018 auf den Straßen Neuseelands unterwegs, um die Verkehrsinfrastruktur an Unfallschwerpunkten zu analysieren.



Dreidimensionales Modell einer Brücke, das ebenfalls auf der Basis einer von IPS erzeugten Punktwolke entstand



Mit IPS wird auch in den Bereichen autonomes Fahren und Erfassung von Straßeninfrastruktur geforscht wie hier mit dem Forschungsfahrzeug des DLR-Instituts für Kommunikation und Navigation